

1- المكثفات و ثنائي القطب RC :

1-1- خصائص المكثفة :

أ- مبدأ المكثفة : تتكون أبسط المكثفات من لوحين متوازيين مفصولين بعازل (خشب ، خرف ، ميكا ، شع ...) ، ندعو كل منها بـ : لبوس المكثفة رمزها الإصطلاحي : في الدارة —|—
 ** المكثفة جهاز كهربائي قادر على تخزين الشحنات الكهربائية .

$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$$

ب- علاقة الشحنة بالتيار : تعرف شدة التيار في أحد لبوسي مكثفة كمايلي :

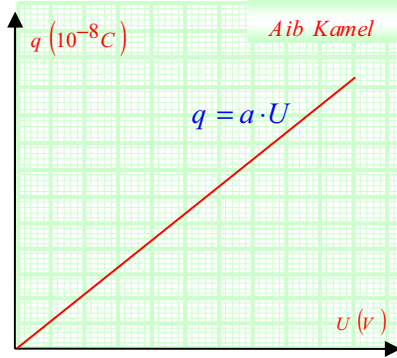
** عند شحن المكثفة بتيار مستمر تصبح العلاقة بالشكل : $q = I \cdot t$. وحدة الشحنة q هي الكولوم (C) .

2-1- سعة المكثفة :

أ - شحن المكثفة بتيار مستمر : عند تطبيق توتر مستمر U بين لبوسي مكثفة تقوم باختران الشحنات الكهربائية q على لبوسها أثناء عملية الشحن و نسجل القيم U بدلالة q فنحصل على $q = f(U)$.

$U_{AB} = (V)$	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
$q (10^{-8}C)$	0,0	10,4	20,8	31,2	41,6	52,0

المنحنى من الشكل : $q = a \cdot U$ بحيث a ثابت التناسب : $a = \frac{q}{U}$.



يدعى هذا الثابت : سعة المكثفة C بحيث $C = \frac{q}{U}$ ، وحدتها الفاراد (F)

وحداها الأساسية :

— ميكروفاراد $\mu F : 1\mu F = 10^{-6} F$ و هي المستعملة أكثر

— نانو فاراد $nF : 1nF = 10^{-9} F$

— بيكوفاراد $pF : 1pF = 10^{-12} F$

** من العلاقة $i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$ نجد بأن : $i(t) = C \frac{dU(t)}{dt}$

** تعرف سعة المكثفة حسب طبيعتها كمايلي : $C = \epsilon \cdot \frac{S}{d}$ بحيث : $\epsilon = \epsilon_r \cdot \epsilon_o$ ** ϵ_r : ثابت العزل النسبي يميز العازل .

** $\epsilon_o = 8,85 \times 10^{-12} Fm^{-1}$ (ثابت العزل المطلق) . ** S : سطح أحد اللبوسين ** d : البعد بين اللبوسين .

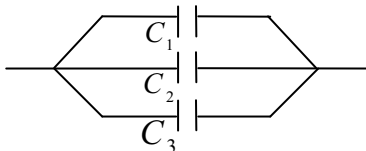
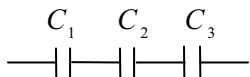
ج- تجميع المكثفات :

** على التسلسل : تصبح السعة المكافئة C_{eq} ضعيفة بحيث :

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$

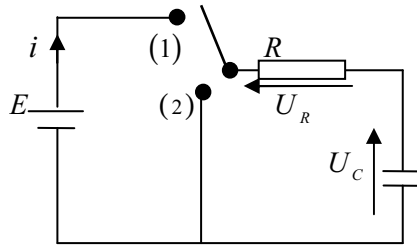
** على التفرع : تصبح السعة المكافئة C_{eq} كبيرة بحيث :

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$



1-3- تطور التوتر الكهربائي أثناء الشحن :

أ - الدراسة التجريبية : (عمل مخبري).



** تحقق التركيب التالي باستعمال مكثفة غير مشحونة مع أخذ القيم الموالية :

$$E = 5V, R = 10^4 \Omega, C = 2200 \mu F$$

** نضع القاطعة في الوضع (1) فتبدأ المكثفة في الشحن تدريجيا و ليس أنيا .

و نقوم بتسجيل القيم $U_C(t)$ فنجد :

$t(s)$	0,0	5,0	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
$U_C(V)$	0,0	1,0	1,8	2,5	3,0	3,4	3,7	4,0	4,2	4,4	4,5	4,6	4,7

** نقوم برسم المنحنى : $U_C = f(t)$ على ورق ميلمتري .

** نقوم برسم مماس المنحنى $U_C(t)$ عند المبدأ $(0,0)$

فلاحظ أنه يقطع المستقيم $U(t) = E$ في النقطة A التي فاصلتها $t = 22s$.

هذه القيمة توافق الجداء $R \cdot C$ بحيث : $R \cdot C = 10^4 \times 2200 \times 10^{-6}$

ومنه : $R \cdot C = 22 \Omega \cdot F$

** ثابت الزمن τ : نسمي الجداء $R \cdot C$ بثابت الزمن لثنائي القطب RC

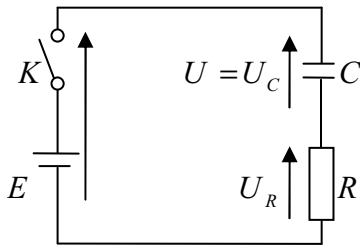
رمزه τ وحدته الثانية (s) بحيث $\tau = R \cdot C$

** تأثير C, R على ثابت الزمن : تزداد مدة شحن المكثفة المشكلة لثنائي

القطب RC بزيادة سعته وقيم المقاومة R أي بزيادة ثابت الزمن $\tau = R \cdot C$

ب- الدراسة التحليلية :

** كتابة المعادلة التفاضلية : نحقق الدارة المقابلة



عند غلق الدارة وحسب قانون جمع التوترات : $E = U_R(t) + U_C(t)$

$$\text{لدينا : } \left\{ \begin{array}{l} U_R(t) = Ri(t), U_C = \frac{q}{C} \\ i(t) = \frac{dq(t)}{dt} \Rightarrow i(t) = C \frac{dU_C(t)}{dt} \end{array} \right. \text{ ولدينا } \tau = R \cdot C$$

$$\Leftrightarrow E = RC \frac{dU(t)}{dt} + U(t) \Leftrightarrow E = Ri(t) + U_C(t) \text{ ومنه}$$

وهي معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى حلها من الشكل : (1) $U(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$

** زمن نصف الشحن و ثابت الزمن :

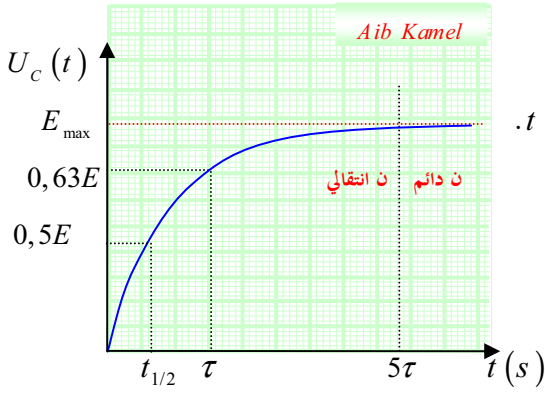
من العلاقة (1) لدينا $U(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$

** لما $t = 0 \leftarrow U_C = E(1 - 1) \leftarrow U_C = 0$ المكثفة فارغة

** لما $t = \infty \leftarrow U_C = E(1 - e^{-\infty}) \leftarrow U_C = E$ المكثفة شحنت كليا (النظام الدائم) .

** لما $t = \tau \leftarrow U_C = E(1 - e^{-1}) \leftarrow U_C = 0,63 \cdot E$ اللحظة التي تشحن فيها المكثفة بنسبة 63 % .

$$\text{لما } t = t_{1/2} \leftarrow U(t_{1/2}) = \frac{E}{2} \leftarrow U_C = \frac{E}{2} = E \left(1 - e^{-\frac{t_{1/2}}{\tau}}\right) \text{ نجد أن } t_{1/2} = \tau \ln 2$$



**** ملاحظة هامة :** نحصل على ثابت الزمن ببيان بطريقتين

- بطريقة مماس المنحنى $U_C(t)$ في المبدأ حيث يحقق العلاقتين $U = E$ لما $t = \tau$.
- في عملية الشحن النقطة المعروفة بـ : $0,63E_{\max}$ تقابلها في البيان $U_C(t)$ ثابت الزمن τ على محور الأزمنة.

**** تيار الشحن :**

من العلاقة $i(t) = \frac{dq(t)}{dt} = C \frac{dU_C(t)}{dt}$

ومن العلاقة (1) نجد $i(t) = C \frac{d(E(1 - e^{-t/\tau}))}{dt}$

بالاشتقاق نجد : $i(t) = \frac{E}{R} e^{-t/\tau}$ أو $i(t) = I_o e^{-t/\tau}$ بحيث : $I_o = \frac{E}{R}$

****** لما : $t = 0 \leftarrow i(0) = I_o$

****** لما : $t = \tau \leftarrow i(\tau) = \frac{I_o}{e} = 0,37 \cdot I_o$

****** لما : $t = t_{1/2} \leftarrow i(t_{1/2}) = \frac{I_o}{2}$

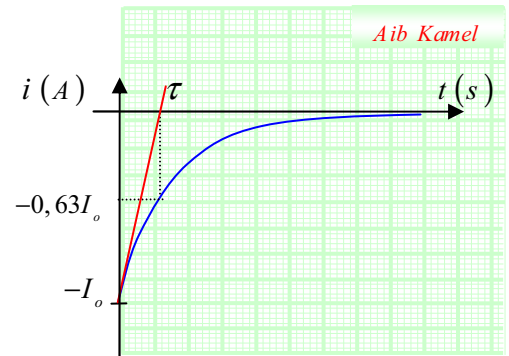
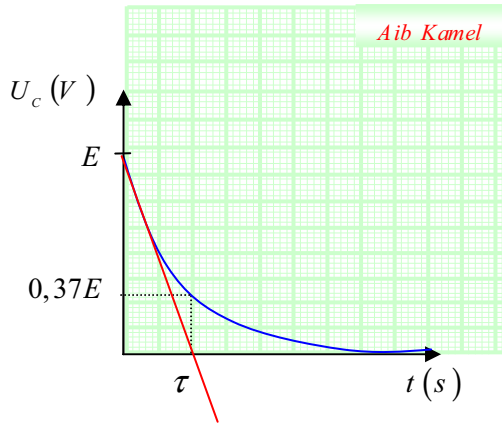
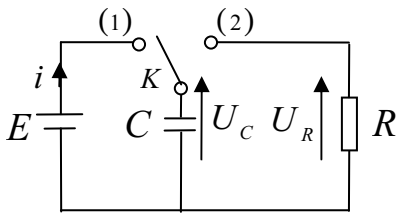
4-1- تطور التوتر الكهربائي أثناء التفريغ :

أ - الدراسة التجريبية : نحقق التركيب المقابل

****** نضع القاطعة في الوضع (1) حتى تشحن المكثفة كلياً

****** نضع القاطعة في الوضع (2) ليتم تفريغها عبر المقاومة ونسجل

النتائج التي تسمح لنا برسم المنحنيين $U_C(t)$ و $i(t)$:



ب- الدراسة التحليلية :

**** كتابة المعادلة التفاضلية :** من الدارة السابقة و القاطعة في الوضع (2) و حسب قانون جمع التوترات :

ولدينا $U_R(t) + U_C(t) = 0$ و $\left\{ \tau = RC, U_R(t) = Ri(t), i(t) = C \frac{dU_C(t)}{dt} \right\}$

$$\frac{dU(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} U(t) = 0$$

ومنه :

$$U(t) = E \cdot e^{-t/\tau}$$

معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى حلها من الشكل : (2)

$$U(\tau) = 0,37 \cdot E \leftarrow U(\tau) = \frac{E}{e} \leftarrow t = \tau \text{ **} \quad U(0) = E \leftarrow t = 0 \text{ **}$$

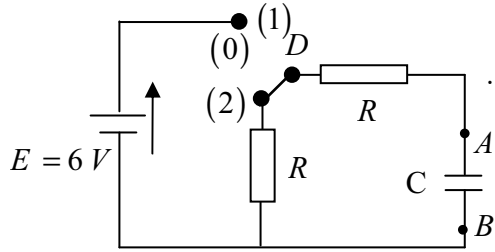
$$i(t) = C \frac{dU_c(t)}{dt} \quad \text{من العلاقة (2): } U(t) = E \cdot e^{-t/\tau} \quad \text{من العلاقة}$$

$$I_o = \frac{E}{R} \quad \text{بحيث} \quad i(t) = -I_o e^{-t/\tau} \quad \text{أو} \quad i(t) = -\frac{E}{R} e^{-t/\tau} \quad \text{بالاشتقاق نجد:}$$

$$i(0) = -I_o \leftarrow i(0) = -\frac{E}{R} \leftarrow t = 0 \text{ **}$$

$$i(\tau) = -0,63 \cdot I_o \leftarrow i(\tau) = -0,63 \frac{E}{R} \leftarrow t = \tau \text{ **}$$

**** تمرين :** يسمح التركيب الموضح في الشكل بدراسة تطور التوتر $u = u_{AB}$ بين طرفي مكثفة سعتها C موصلة على التسلسل مع مقاومتين متماثلتين R .



في البداية توضع المبدلة على الوضع (2) لمدة طويلة للتأكد من أن المكثفة فارغة.

1- بين كيف يمكن توصيل راسم الاهتزاز المهبطي بغرض

تسجيل المنحنى البياني الذي يمثل التوتر u ؟

2- كيف يجب إذن التعامل مع المبدلة للحصول على المنحنى

البياني التالي الممثل لتغيرات التوتر u بين طرفي المكثفة بدلالة الزمن t ؟

3- أ/ باحترام مصطلحات التوجيه على الدارة. حدد إشارة شدة التيار

أثناء التفريغ و الاتجاه الحقيقي للتيار الكهربائي.

$$\text{ب/ أثبت أن المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر } u_c \text{ هي من الشكل: } \frac{du}{dt} + \frac{1}{\tau} u = 0$$

- أكتب عبارة ثابت الزمن τ بدلالة عناصر الدارة .

4- عين بيانيا القيمة التجريبية لسعة المكثفة C علما أن: $R = 5,0 k\Omega$.

**** حل التمرين :**

1- للحصول على تسجيل المنحنى البياني الممثل للتوتر u بين طرفي المكثفة،

يوصل أحد المدخلين للجهاز بالنقطة A و توصل النقطة B بالأرض (---) .

2- حسب المنحنى البياني، نلاحظ أن التوتر بين طرفي المكثفة يتناقص .

و بالتالي يجب شحن المكثفة بوضع المبدلة على الوضع (1) لبضعة لحظات. تنتقل المبدلة بعد ذلك إلى الوضع (0) لمدة ربط راسم

الاهتزاز المهبطي، بعد ذلك مباشرة ، تنتقل المبدلة على الوضع (2) لتسجيل منحنى التوتر.

3- أ/ عندما تتفرغ المكثفة، تتناقص الشحنة q للبولس A ، و تكون شدة التيار $i = \frac{dq}{dt}$ سالبة.

إذن الاتجاه الحقيقي للتيار يكون من المربط A نحو المربط D عبر المقاومة.

$$\text{ب/ بتطبيق قانون جمع التوترات، نكتب: } u_{AB} + u_{BD} + u_{DA} = 0$$

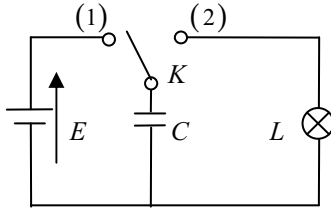
$$\text{و يسمح قانون أوم بكتابة: } u_{BD} = R \cdot i, \quad u_{DA} = R \cdot i \quad \text{و حيث أن: } u_{AB} = u, \quad \text{إذن: } u + 2R \cdot i = 0$$

$$\text{لكن: } i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du}{dt} \quad \text{إذن: } \frac{du}{dt} + \frac{1}{2RC} u = 0 \quad \text{حيث: } \tau = 2R \cdot C$$

4- المماس للمنحنى البياني عند المبدأ يقطع محور الأزمنة في اللحظة $t = \tau$.

$$\text{فنقرأ من البيان: } \tau \approx 22 \text{ ms} \quad \text{و لدينا: } \tau = 2R \cdot C \Rightarrow C = \frac{\tau}{2R} \quad \text{إذن } C = \frac{22 \times 10^{-3}}{2 \times 5 \times 10^3} \quad \leftarrow C = 2,2 \times 10^{-6} F$$

1-5- الطاقة المخزنة في مكثفة : (عمل مخبري)



أ- تجربة : نحقق التركيب المقابل بحيث نأخذ

* $E = 4,5 \text{ V}$ * مولد متغير القوة المحركة .

* مكثفات بسعات $\{2200\mu F, 100\mu F, 500\mu F, 1000\mu F\}$

* مصباح $(1,5 \text{ V})$ * وماض .

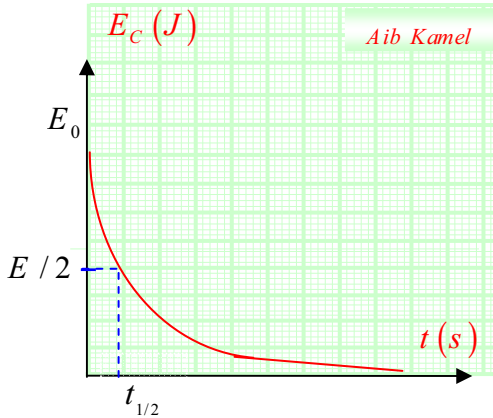
* نلاحظ كيفية اشتعال مصباح الدارة بالطاقة المخزنة بالمكثفة .

* نلاحظ كذلك أنه كلما زاد توتر الشحن زاد توهج المصباح و كلما زادت سعة المكثفة زاد توهج المصباح L

ب- النتيجة : عند شحن المكثفة تخزن طاقة كهربائية تقوم بتحويلها إلى الدارة أثناء التفريغ و تعطى عبارتها :

$$E_c(t) = \frac{1}{2} C \cdot U^2(t) = \frac{1}{2} \cdot \frac{q^2(t)}{C}$$

ج- زمن تناقص طاقة المكثفة إلى النصف $t_{1/2}$:



لدينا $E_c(t) = \frac{1}{2} C \cdot U^2(t)$ في عملية التفريغ يكون : $U(t) = E \cdot e^{-t/\tau}$

$$E_c(t) = \frac{1}{2} C E^2 e^{-2t/\tau} \Leftarrow$$

$$E_c(0) = E_{\max} = \frac{1}{2} C E^2 \Leftarrow t = 0 \quad **$$

$$E_c(t_{1/2}) = \frac{1}{4} C E^2 = \frac{1}{2} C E^2 e^{-\left(\frac{2t_{1/2}}{\tau}\right)} \Leftarrow t = t_{1/2} \quad **$$

$$t_{1/2} = \frac{\tau}{2} \ln 2 \Leftarrow$$

** تمرين تدريبي : يتكون ثنائي قطب من مكثفة $C = 5\mu F$ و ناقل أومي $R = 10^3 \Omega$ موصولان على التسلسل مع مولد

$E = 12 \text{ V}$ ، في لحظة $t = 0$ تغلق الدارة .

1- أحسب ثابت الزمن τ لهذه المكثفة .

2- أحسب في اللحظة $t = \tau$ مقدار الطاقة المخزنة .

** الحل :

$$1- \text{ حساب } \tau \text{ لدينا } \tau = R \cdot C \Leftarrow \tau = 10^3 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \Leftarrow \tau = 5 \text{ ms}$$

$$2- \text{ حساب } E_c(\tau) \text{ لدينا } E_c(t) = \frac{1}{2} C \cdot U^2(t) \text{ العملية هي عملية شحن أي } U(\tau) = E(1 - e^{-\tau/\tau})$$

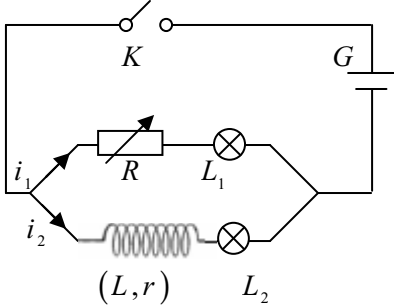
$$\text{ومنه } U(\tau) = 0,63E = 7,56 \text{ V} \text{ نجد أن } E_c(\tau) = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot (7,56)^2 \Leftarrow E_c = 1,43 \times 10^{-4} \text{ J}$$

2- الوشائع و ثنائي القطب RL :

1-2- الوشاعة وتصرفها في جزء من الدارة:

أ- تعريف الوشاعة:

هي عبارة عن ناقل (سلك معدني) محاط بعازل ملفوف بشكل حلقات متواصلة رمزها الإصطلاحي في الدارة :



تتميز بثابتهما * الذاتية L : وحدتها هنري H * المقاومة الداخلية r : وحدتها Ω .

ب- تأثير الوشاعة على التيار : نحقق التركيب الجانبي .

** عند غلق الدارة نلاحظ توهج المصباح L_1 قبل المصباح L_2 لكن بعد مدة يتوهجان بنفس الشدة .

** عند اجتياز تيار لوشاعة تحريضية فإنها تعوق مرور بمرور سبب ظاهرة التحريض بتوليدها تيار محرض جهته عكس جهة تيار الدارة .

** إن قطع التيار عن الوشاعة يجعلها تتعرض ذاتيا لتعطي توترا مفردا .

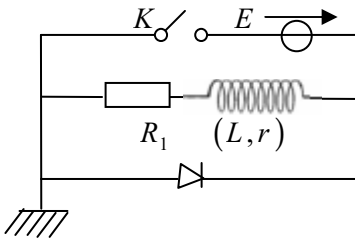
ج- العبارة اللحظية لتوتر الوشاعة : عبارة التوتر اللحظي بين طرفي وشاعة ذاتيتها L و مقاومتها r كمايلي :

$$U(t) = L \frac{di(t)}{dt} + r \cdot i(t)$$

2-2- تطور التيار الكهربائي المار بثنائي القطب RL :

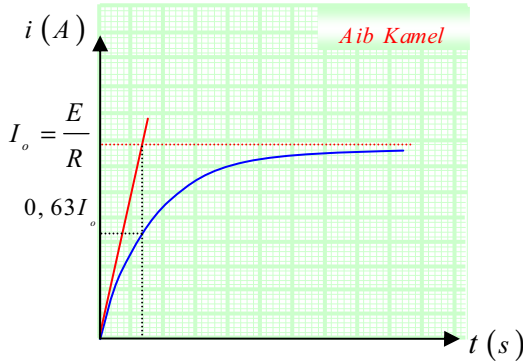
أ- ظهور و انقطاع التيار الكهربائي في وشاعة :

** الدراسة التجريبية : نحقق الدارة الموالية :

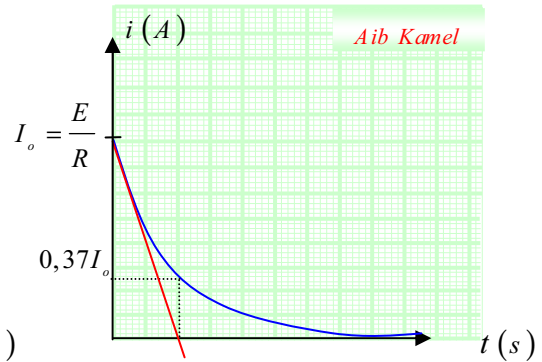


نغلق القاطعة عند اللحظة $t = 0$ وبعد مدة زمنية طويلة نفتحها فيكون بيان تغير

شدة التيار كما في الشكلين التاليين :



** ظهور التيار **



** انقطاع التيار **

- إن ظهور و انقطاع التيار هي ظاهرة انتقالية (i متغيرة) فتبلغ الجملة النظام الدائم على الترتيب لما $i = I_o$ ، $i = 0$.

- بما أن $U_R(t) = R \cdot i(t)$ و R ثابتة فإن تغيرات $U_R(t)$ تماثل تغيرات $i(t)$.

ب- ثابت الزمن لثنائي القطب RL :

يعطى بالعلاقة التالية : $\tau = \frac{L}{R}$ ، بحيث تزداد سرعة تطور التيار الكهربائي المار في ثنائي القطب RL بزيادة ثابت الزمن $\tau = \frac{L}{R}$

جـ- الدراسة التحليلية :

**** عند ظهور التيار :** القاطعة مغلقة :

من الشكل و حسب قانون جمع التوترات $E = U_{R_1}(t) + U_L(t)$ بحيث $\left\{ U_{R_1}(t) = R_1 \cdot i(t) , U_L(t) = L \frac{di(t)}{dt} + r \cdot i(t) \right\}$ ومنه $E = (R_1 + r) \cdot i(t) + L \frac{di(t)}{dt}$

لدينا : $\tau = \frac{L}{R_1 + r}$ وبأخذ $I_o = \frac{E}{R_1 + r}$ نجد :

$$\frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} \cdot i(t) = \frac{I_o}{\tau}$$

معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى حلها من الشكل :

$$i(t) = I_o (1 - e^{-t/\tau}) \quad \dots\dots\dots (3)$$

**** لما : $t = 0 \Leftrightarrow i(0) = 0$ **** **** لما : $t = \tau \Leftrightarrow i(\tau) = 0,63 I_o$ ****

**** عبارة التوتر بين طرفي الوشيعية الصرفة بحيث $(r = 0)$ أي $U_L(t) = L \frac{di(t)}{dt}$ ****

من العلاقة (3) $\frac{di(t)}{dt} = \frac{d(I_o(1 - e^{-t/\tau}))}{dt}$

فنجد : $U_L(t) = \frac{L.R}{L} I_o e^{-t/\tau} \Leftrightarrow U_L(t) = \frac{L}{\tau} I_o e^{-t/\tau}$ ومنه $U_L(t) = E \cdot e^{-t/\tau}$

**** عند انقطاع التيار :** القاطعة مفتوحة :

من الشكل (1) و حسب قانون جمع التوترات : $U_{R_1}(t) + U_L(t) = 0$

$$\frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} \cdot i(t) = 0$$

بنفس الخطوات السابقة نجد أن

معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى حلها من الشكل :

$$i(t) = I_o e^{-t/\tau} \quad \dots\dots\dots (4)$$

**** لما : $t = 0 \Leftrightarrow i(0) = 0$ **** **** لما : $t = \tau \Leftrightarrow i(\tau) = 0,37 I_o$ ****

**** عبارة التوتر بين طرفي وشيعة صرفة $(r = 0)$ أي $U_L(t) = L \frac{di(t)}{dt}$ ****

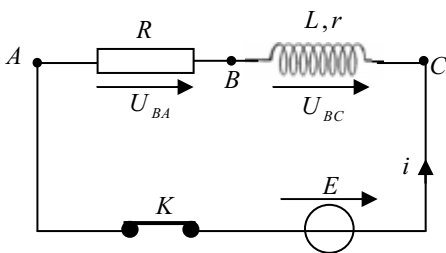
بنفس الطريقة السابقة نجد $U_L(t) = -E \cdot e^{-t/\tau}$

2-3- الطاقة المخزنة في وشيعة : عند مرور تيار كهربائي i في وشيعة ذاتيتها L فإنها تخزن طاقة كهربائية تعطى عبارتها

$$E_L(t) = \frac{1}{2} L \cdot i^2(t)$$

كمايلي :

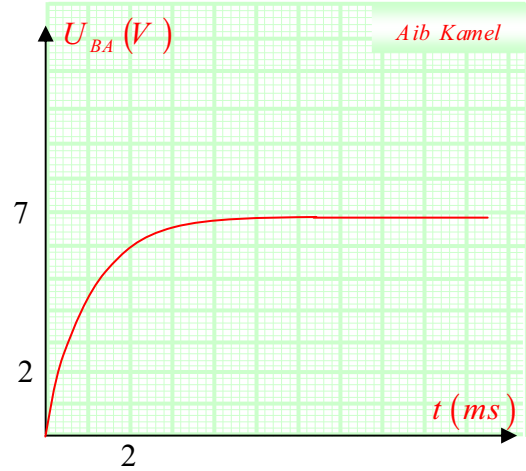
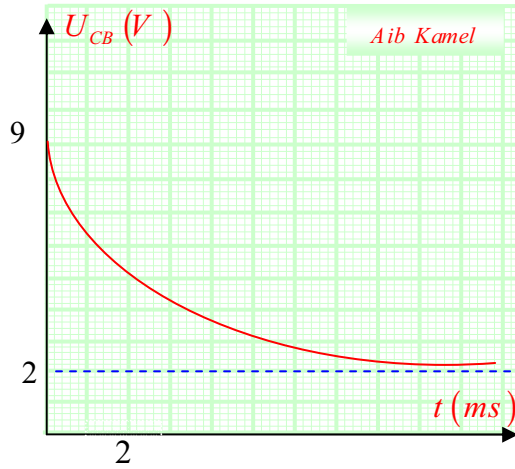
**** تمرين تدريبي :**



تحتوي دائرة كهربائية على مولد للتوتر المستمر قوته المحركة E ، ناقل أومي مقاومته R ، وشيعة ذاتيتها L و مقاومتها $r = 2\Omega$. توصل هذه الأجهزة على التسلسل كما هو مبين في الشكل ، نغلق القاطعة عند اللحظة $t = 0$ بواسطة المدخلين Y_1 و Y_2 لرأس المذبذب المهبطي، نحصل على المنحنيين : $U_{BA} = f(t)$ ، $U_{CB} = F(t)$.

1- أحسب القوة المحركة E للمولد .

- 2- أحسب مقاومة الناقل الأومي R و ذاتية الوشاعة L .
- 3- أكتب عبارة الشدة اللحظية i للتيار الكهربائي بدلالة (r, E, R, L) و أحسب قيمة i عند اللحظة $t = 4 \text{ ms}$.
- 4- أحسب الطاقة المخزنة في الوشاعة عند اللحظة $t = 4 \text{ ms}$.
- 5- أحسب قيمة ثابت الزمن τ للدائرة .



**** حل تمرين تدريبي :**

1- حساب E : لدينا : $E = (R + r) i + L \frac{di}{dt}$ نختار لحظة الوصول إلى النظام الدائم : حيث : $\frac{di}{dt} = 0$ ،

فيكون : $E = 9 \text{ V} \iff U_{CB} = 2 \text{ V}, U_{BA} = 7 \text{ V}$

2- حساب R : لدينا في النظام الدائم : $R = 7 \Omega$ ومنه $\begin{cases} U_{BA} = Ri = 7 \text{ V} \\ U_{CB} = ri = 2 \text{ V} \end{cases} \Rightarrow \frac{R}{r} = \frac{7}{2}$

** حساب L : لدينا $\{ U_{BA} = Ri \Rightarrow \frac{dU_{BA}}{dt} = R \frac{di}{dt}$

لما $t = 0$ يكون : $\frac{dU_{BA}}{dt} = \frac{7}{0,002} \Rightarrow \frac{R di}{dt} = 3500 \iff \frac{di}{dt} = \frac{3500}{7} = 500$ ←

لما $t = 0$: $E = L \frac{di}{dt} \Rightarrow L = \frac{E}{500} = \frac{9}{500} \iff L = 0,018 \text{ H}$ ←

3- عبارة i : $i(t) = \frac{E}{R+r} \left(1 - e^{-\frac{(R+r)t}{L}} \right)$ لما $t = 4 \text{ ms}$: $i = \frac{9}{9} \left(1 - e^{-\frac{(9)0,004}{0,018}} \right)$ ← $i = 0,865 \text{ A}$

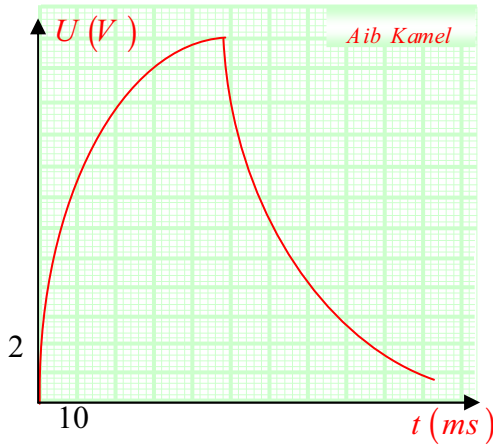
4- الطاقة المخزنة عند $t = 4 \text{ ms}$: $E = \frac{1}{2} Li^2 = \frac{1}{2} \times 0,018 \times (0,865)^2$ ← $E = 6,73 \times 10^{-3} \text{ J}$

5- حسب ثابت الزمن τ : $\tau = \frac{L}{R+r} = \frac{0,018}{9} = 0,002 \text{ s}$ ← $\tau = 2 \text{ ms}$

3- التمارين :

1- التمرين الأول :

عند دراسة عملية شحن وتفريغ المكثفة يقوم التلاميذ بتوصيل العناصر الكهربائية كما هي مبينة في الشكل المقابل حيث يضع القاطعة في الوضع (1) لمدة معينة ثم يضعها في الوضع (2) فيحصل على البيان المسجل في الأسفل .



I - دراسة عملية الشحن :

1- ما هو التوتر بين طرفي المكثفة عند نهاية الشحن ؟ .

2- أكتب المعادلة التفاضلية التي يخضع لها التوتر بين طرفي المكثفة .

3- حل المعادلة التفاضلية من الشكل $u_C = E \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$.

* أوجد عبارة الثابت τ ثم أحسب قيمته .

4- أحسب قيمة سعة المكثفة إذا علمت أن $R_1 = 40\Omega$.

II - دراسة عملية التفريغ :

5- مثل دائرة التفريغ وحدد جهة التيار .

6- أكتب المعادلة التفاضلية التي يخضع لها التوتر بين طرفي المكثفة .

7- نضع $\tau = R_2.C$ تحقق أن $u_C = Ee^{-\frac{t}{\tau}}$ هي حل للمعادلة التفاضلية .

8- أحسب قيمة المقاومة R_2 .

* حل التمرين الأول :

I - دراسة عملية الشحن :

1- التوتر بين طرفي المكثفة عند نهاية الشحن (النظام الدائم) بيانها : $U_C = 12V$.

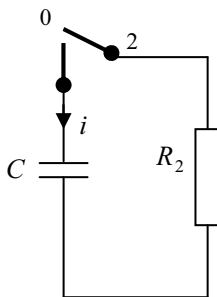
2- كتابة المعادلة التفاضلية : من قانون التوترات لدينا : $u_C + u_{R_1} = E \Rightarrow u_C + R_1.i = E$.

و منه : $R_1.C \cdot \frac{du_C}{dt} + u_C = E$ وهي معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى .

3- عبارة ثابت الزمن : $\tau = R_1.C$.

* - قيمته بيانها : $\tau = 10ms$ (عن طريق المماس للمنحني عند $t = 0$ أو النسبة $0.63.E$) .

4- حساب قيمة C : لدينا من عبارة ثابت الزمن : $C = \frac{\tau}{R_1} = \frac{0.010}{40} = 2.5 \times 10^{-4}$ ← $C = 250\mu F$



II - دراسة عملية التفريغ :

5- تمثيل دائرة التفريغ و جهة التيار :

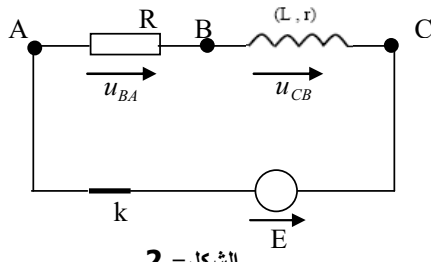
6- كتابة المعادلة التفاضلية : من قانون التوترات لدينا : $u_C + u_{R_2} = 0 \Rightarrow u_C + R_2.i = 0$.

و منه : $R_2.C \cdot \frac{du_C}{dt} + u_C = 0$ وهي معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى .

7- للتحقق من الحل نقوم بحساب مشتق العبارة المعطاة ثم نعوضها في عبارة المعادلة التفاضلية نجد أن الحل محقق .

8- حساب قيمة R_2 : لدينا : $\tau = R_2.C$ ، حيث بيانها نجد : $\tau = 20ms$ و منه : $R_2 = \frac{\tau}{C} = \frac{0.020}{2.5 \times 10^{-4}} = 80\Omega$

2- التمرين الثاني :



الشكل - 2

دائرة كهربائية تتكون على التسلسل من وشيعة (L, r) وناقل أومي مقاومته $R = 90\Omega$ ومولد قوته الخرجية الكهربائية $E = 6V$ وقاطعة K كما في الشكل (2). نغلق القاطعة عند $t = 0$.

1- بتطبيق قانون التوترات أكتب المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار i .

- أثبت أن هذه المعادلة تقبل حلا من الشكل $i(t) = A(1 - e^{-Bt})$

حيث : A و B ثوابت .

2- يمثل منحنى الشكل (1) تغيرات $\frac{di}{dt}$ بدلالة التيار i أي $\frac{di}{dt} = f(i)$.

أ - أكتب العبارة البيانية .

ب - باستخدام العبارة البيانية والعبارة المستخرجة في السؤال (1)

استنتج كل من الذاتية L والمقاومة r للوشيعة .

ج - عبر بدلالة R, r, E عن I_0 شدة التيار في النظام الدائم ثم احسبه .

**حل التمرين الثاني :

1- المعادلة التفاضلية : لدينا : من قانون التوترات : $u_L + u_C = E$ $\rightarrow (1) \Leftarrow \frac{di}{dt} + \frac{(r+R)}{L}i = \frac{E}{L}$

وهي معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى تقبل حلا من الشكل : $i(t) = A(1 - e^{-Bt})$ والذي يحقق المعادلة (1)

حيث بعد التعويض عن $i(t)$ و $\frac{di}{dt}$ نجد أن : $A = \frac{E}{(r+R)}$ و $B = \frac{1}{\tau}$.

2- العبارة البيانية :

أ - المنحني عبارة عن خط مستقيم معادلته من الشكل : $\frac{di}{dt} = ai + b \rightarrow (2)$

ب - من العلاقتين (1) و (2) نجد أن : $a = -\frac{(r+R)}{L} \rightarrow (3)$ و $b = \frac{E}{L} \rightarrow (4)$

* من البيان : $b = 12$ و من العلاقة (4) نجد : $L = 0.5H$

* من العلاقة (3) نجد أن : $r = 10\Omega \leftarrow \frac{6-12}{(3-0) \times 10^{-2}} = -\frac{(r+90)}{0.5}$

ج - عبارة I_0 في النظام الدائم : لدينا في النظام الدائم : $i = I_0 = cst \Rightarrow \frac{di}{dt} = 0$

$$I_0 = 0.06A \leftarrow I_0 = \frac{E}{(r+R)} \leftarrow (1)$$

1- التمرين الثالث (تمرين تجريبي) :

نريد تعيين سعة مكثفة (C) خلال حصة أعمال تطبيقية . من أجل تحقيق هذا الغرض نستعمل التجهيز التالي:

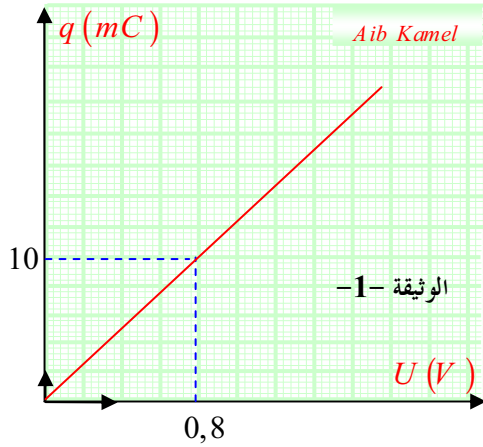
مولد لتوتر ثابت مقاومته مهملة، ناقل أومي مقاومته R ، مكثفة سعتها C ، بادلة، أسلاك التوصيل .

1- ضع رسما تخطيطيا للدائرة الكهربائية توضح من خلاله آلية شحن وتفريغ مكثفة.

2- كيف يتم تفريغ مكثفة في البداية ؟

3- عند اللحظة $t=0$ نبدأ بشحن المكثفة بالمولد السابق الذي يعطي تيارا شدته ثابتة $I=660\mu A$. باستعمال راسم الاهتزاز المهبطي ذي مدخلين يظهر على شاشته التوترين اللحظيين بين طرفي المولد وطرفي المكثفة.

3-1) باستعمال الرسم التخطيطي السابق للدائرة بين كيفية ربط مدخلي راسم الاهتزاز المهبطي بهذه الدارة .



3-2) ضع شكلا كيفيا للتوترين اللحظيين الملاحظين على الشاشة.

4) أثناء عملية الشحن ومن أجل كل قيمة لـ t نحسب قيمة شحنة المكثفة q فنحصل على البيان التالي الذي يمثل تغيرات شحنة المكثف بدلالة التوتر الكهربائي المطبق بين طرفيها (الوثيقة 1).

4-1) بالاعتماد على الوثيقة 1- : عين سعة المكثفة.

4-2) اذا علمت أن القيمة المسجلة على المكثفة من طرف الصانع هي:

$$C=4700 \mu F \quad \text{بـ} \quad 20\%$$

هل القيمة المتحصل عليها تجريبيا تتفق مع دقة الصانع ؟ علل.

**حل التمرين الثالث :

1- الرسم التخطيطي للدائرة :

2- لتفريغ المكثفة نضع البادلة في الوضع (1) .

3-1) ربط مدخلي راسم الإهتزاز كما في الشكل المقابل :

3-2) ** البيان (1) يمثل التوتر بين طرفي المولد و هو ثابت .

** البيان (2) يمثل التوتر بين طرفي المكثفة حيث يتطور التوتر

خلال عملية الشحن حيث يصل إلى قيمة ثابتة .

4-1) سعة المكثفة :

$$\text{من 1 و 2 : } \left\{ \begin{array}{l} q = K U_c \quad \dots\dots\dots(1) \\ q = C U_c \quad \dots\dots\dots(2) \end{array} \right\} \quad K = C$$

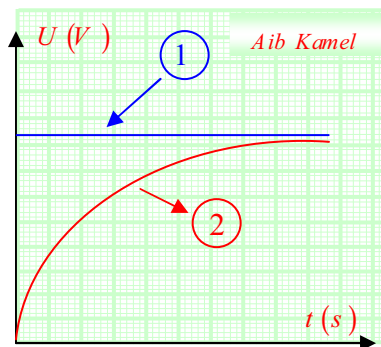
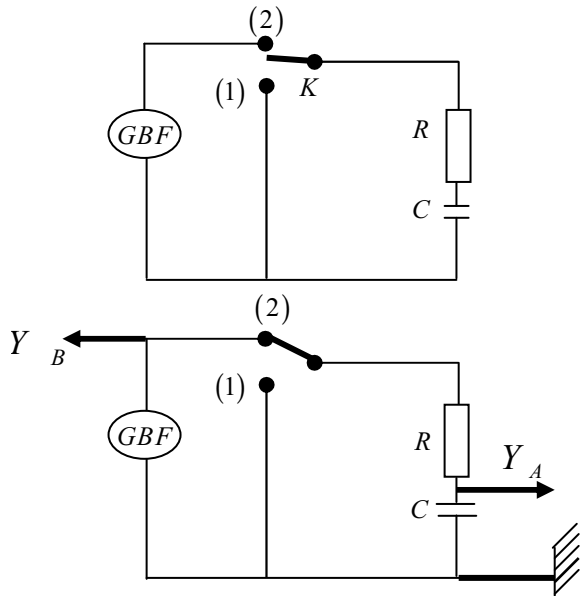
$$C = 4,3 \times 10^{-3} F \quad \text{ومنه} \quad K = \frac{\Delta q}{\Delta U} = 4,3 \times 10^{-3}$$

4-2) التحقق من دقة الصانع :

$$\Delta C_0 = C_0 \times 0,2 = 540 \mu F \quad \text{لدينا}$$

$$\text{ومنه} \quad C_0 = (4700 \pm 540) \mu F$$

بما أن تنتمي إلى المجال ، فإن السعة التجريبية تتفق مع دقة الصانع .



منتديات نهاري تدعوكم لزيارتها

www.Nehari.homegoo.com

إذا أردت أن تساهم بملفاتك في
الموقع، فقم بزيارته :

www.Nehari.homegoo.com

ثم اضغط على
زر - ساهم بملفاتك -

أو راسل الادارة عبر البريد :

Service_contribue@yahoo.fr